



Universidad
Continental

MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

Mg. Ing. Kenny Alberto Melendres Quispe
Docente de Gestión Integral de Mantenimiento
Filial Cusco





PUNTOS A TRATAR

- ✓ ¿Qué es el mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM)?
- ✓ Las 7 preguntas básicas del proceso RCM
- ✓ Conceptos del RCM
- ✓ Análisis de Curva P – F
- ✓ Diagrama RCM2 - Guía para el Análisis RCM – FMEA
- ✓ Beneficios del RCM
- ✓ Conclusiones



¿Qué es el mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM)?

- **Es un proceso empleado para determinar los requisitos de mantenimiento de cualquier activo físico dentro de su contexto operacional.** El RCM ha sido utilizado en miles de empresas de todo el mundo: desde grandes empresas petroquímicas hasta las principales fuerzas armadas del mundo utilizan RCM para determinar las tareas de mantenimiento de sus equipos, incluyendo la gran minería, generación eléctrica, petróleo y derivados, metal-mecánica, etc.
- La norma SAE JA1011 especifica los requerimientos que debe cumplir un proceso para poder ser denominado un proceso RCM.





Según la norma SAE JA1011, las 7 preguntas básicas del proceso RCM son:

- 1. ¿Cuáles son las funciones deseadas para el equipo que se está analizando?
- 2. ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales) asociados con estas funciones?
- 3. ¿Cuáles son las posibles causas de cada uno de estos estados de falla?
- 4. ¿Cuáles son los efectos de cada una de estas fallas?
- 5. ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
- 6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir la falla?
- 7. ¿Qué hacer si no puede encontrarse una tarea predictiva o preventiva adecuada?



Conceptos del RCM

El contexto operacional

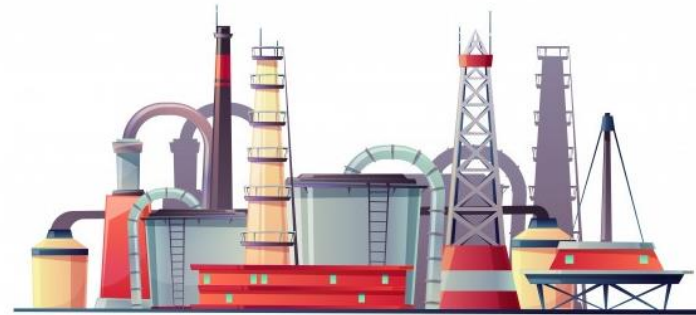
Se debe tener un claro entendimiento del contexto en el que funciona el equipo. Por ejemplo, dos activos idénticos operando en distintas plantas, pueden resultar en planes de mantenimiento totalmente distintos si sus contextos de operación son diferentes. Un caso típico es el de un sistema de reserva, que suele requerir tareas de mantenimiento muy distintas a las de un sistema principal, aún cuando ambos sistemas sean físicamente idénticos. Entonces, antes de comenzar el análisis se debe redactar el contexto operacional, breve descripción donde se debe indicar: régimen de operación del equipo, disponibilidad de mano de obra y repuestos, consecuencias de indisponibilidad del equipo (producción perdida o reducida, recuperación de producción en horas extra, tercerización), objetivos de calidad, seguridad y medio ambiente, etc.



Conceptos del RCM

Funciones

El análisis de RCM comienza con la redacción de las funciones deseadas. Por ejemplo, la función de una bomba puede definirse como "Bombear no menos de 500 litros/minuto de agua". Sin embargo, la bomba puede tener otras funciones asociadas, como por ejemplo "Contener al agua (evitar pérdidas)". En un análisis de RCM, todas las funciones deseadas deben ser listadas.





Conceptos del RCM

Fallas funcionales o estados de falla

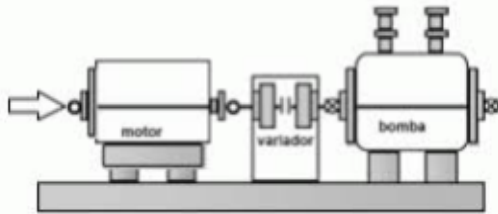
Las fallas funcionales o estados de falla identifican todos los estados indeseables del sistema. Por ejemplo, para una bomba dos estados de falla podrían ser "Incapaz de bombear agua", "Bombea menos de 500 litros/minuto", "No es capaz de contener el agua". Notar que los estados de falla están directamente relacionados con las funciones deseadas. Una vez identificadas todas las funciones deseadas de un activo, identificar las fallas funcionales es generalmente muy sencillo.



Conceptos del RCM

Modos de falla

Un modo de falla es una posible causa por la cual un equipo puede llegar a un estado de falla. Por ejemplo, "impulsor desgastado" es un modo de falla que hace que una bomba llegue al estado de falla identificado por la falla funcional "bombeea menos de lo requerido". Cada falla funcional suele tener más de un modo de falla. Todos los modos de falla asociados a cada falla funcional deben ser identificados durante el análisis de RCM (FMEA).



Al identificar los modos de falla de un equipo o sistema, es importante listar la "causa raíz" de la falla. Por ejemplo, si se están analizando los modos de falla de los rodamientos de una bomba, es incorrecto listar el modo de falla "falla rodamiento". La razón es que el modo de falla listado no da una idea precisa de por qué ocurre la falla. Es por "falta de lubricación"? Es por "desgaste y uso normal"? Es por "instalación inadecuada"? Notar que este desglose en las causas que subyacen a la falla sí da una idea precisa de por qué ocurre la falla, y por consiguiente que podría hacerse para manejarla adecuadamente (lubricación, análisis de vibraciones, etc.).



Conceptos del RCM

Los efectos de falla

Para cada modo de falla deben indicarse los efectos de falla asociados. El "efecto de falla" es un breve descripción de "qué pasa cuando la falla ocurre". Por ejemplo, el efecto de falla asociado con el modo de falla "impulsor desgastado" podría ser el siguiente: "a medida que el impulsor se desgasta, baja el nivel del tanque, hasta que suena la alarma de bajo nivel en la sala de control. El tiempo necesario para detectar y reparar la falla (cambiar impulsor) suele ser de 6 horas. Dado que el tanque se vacía luego de 4 horas, el proceso aguas abajo debe detenerse durante dos horas. No es posible recuperar la producción perdida, por lo que estas dos horas de parada representan un pérdida de ventas". Los efectos de falla deben indicar claramente cual es la importancia que tendría la falla en caso de producirse.



Conceptos del RCM

Categoría de consecuencias

La falla de un equipo puede afectar a sus usuarios de distintas formas:

- Poniendo en riesgo la seguridad de las personas ("consecuencias de **seguridad**")
- Afectando al medio ambiente ("consecuencias de **medio ambiente**")
- Incrementando los costos o reduciendo el beneficio económico de la empresa ("consecuencias **operacionales**")
- Ninguna de las anteriores ("consecuencias no operacionales")
- Además, existe una quinta categoría de consecuencias, para aquellas fallas que no tienen ningún impacto cuando ocurren salvo que posteriormente ocurra alguna otra falla. Estas fallas corresponden a la categoría de **fallas ocultas**.

El criterio a seguir para evaluar tareas de mantenimiento es distinto si las consecuencias de falla son distintas.



Conceptos del RCM

Diferencia entre efectos y consecuencias de falla

El efecto de falla es una descripción de que pasa cuando la falla ocurre, mientras que la consecuencia de falla clasifica este efecto en una de 5 categorías, según el impacto que estas fallas tienen.

Diferencia entre falla funcional y modos de falla

La falla funcional identifica un estado de falla: incapaz de bombear, incapaz de cortar la pieza, incapaz de sostener el peso de la estructura... No dice nada acerca de las causas por las cuales el equipo llega a ese estado. Eso es justamente lo que se busca con los modos de falla: identificar las causas de esos estados de fallas (eje cortado por fatiga, filtro tapado por suciedad, etc.).



Conceptos del RCM



Fallas ocultas

- Los equipos suelen tener dispositivos de protección, es decir, dispositivos cuya función principal es la de reducir las consecuencias de otras fallas (fusibles, detectores de humo, dispositivos de detención por sobre velocidad / temperatura / presión, etc.). Muchos de estos dispositivos tienen la particularidad de que pueden estar en estado de falla durante mucho tiempo sin que nadie ni nada ponga en evidencia que la falla ha ocurrido. Por ejemplo:
- Una válvula de alivio de presión en una caldera puede fallar de tal forma que no es capaz de aliviar la presión si esta excede la presión máxima, y esto puede pasar totalmente desapercibido si no ocurre la falla que hace que la presión supere la presión máxima
- Si no se hace ninguna tarea de mantenimiento para anticiparse a la falla o para ver si estos dispositivos son capaces de brindar la protección requerida, entonces puede ser que la falla solo se vuelva evidente cuando ocurra aquella otra falla



Conceptos del RCM

Distintos tipos de mantenimiento

Tradicionalmente, se consideraba que existían tres tipos de mantenimiento distintos: predictivo, preventivo, y correctivo. Sin embargo, existen cuatro tipos de mantenimiento distintos:

- Mantenimiento predictivo, también llamado mantenimiento a condición.
- Mantenimiento preventivo, que puede ser de dos tipos: sustitución o reacondicionamiento cíclico.
- Mantenimiento correctivo, también llamado trabajo a la falla.
- Mantenimiento detectivo o “búsqueda de fallas”: Análisis Causa Raíz



Conceptos del RCM

¿Cómo seleccionar el tipo de mantenimiento adecuado?

En el RCM, la selección de políticas de mantenimiento esta gobernada por la categoría de consecuencias a la que pertenece la falla.

- Para fallas con consecuencias ocultas, la tarea ´optima es aquella que consigue la disponibilidad requerida del dispositivo de protección.
- Para fallas con consecuencias de seguridad o medio ambiente, la tarea ´optima es aquella que consigue reducir la probabilidad de la falla hasta un nivel tolerable.
- Para fallas con consecuencias económicas (operacionales y no operacionales), la tarea ´optima es aquella que minimiza los costos totales para la organización.

Aún hoy, mucha gente piensa en el mantenimiento preventivo como la principal opción al mantenimiento correctivo. Sin embargo, el RCM muestra que en el promedio de las industrias el mantenimiento preventivo es la estrategia adecuada para menos del 5% de las fallas!. Que hacer con el otro 95 % ? En promedio, al realizar un análisis RCM se ve que las políticas de mantenimiento se distribuyen de la siguiente forma: 30% de las fallas manejadas por mantenimiento predictivo (a condición), otro 30% por mantenimiento detectivo, alrededor de 5% mediante mantenimiento preventivo, 5% de rediseños, y aproximadamente 30% mantenimiento correctivo.



Conceptos del RCM

El lugar del rediseño en el mantenimiento

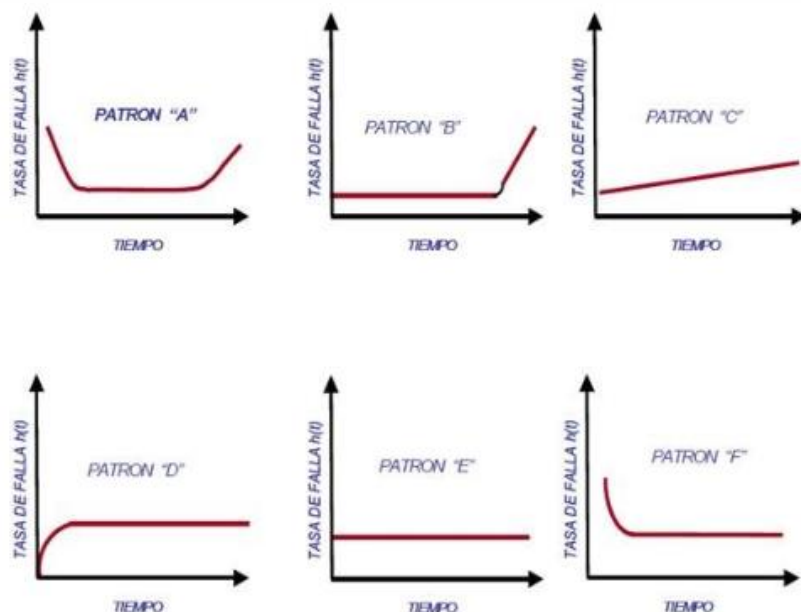
- Una empresa de rodamientos tenía la siguiente política: si una falla ocurría más de una vez, se rediseñaba el equipo para eliminar la causa de la falla. Como consecuencia de esta política, la planta funcionaba de manera cada vez más confiable, pero los costos del departamento de ingeniería crecían aceleradamente.
- Como ilustra este ejemplo, en la mayoría de las empresas las sugerencias de cambios de diseño suelen sobrepasar la capacidad de la empresa de llevar adelante estos cambios. Por lo tanto, debe existir un filtro que permita distinguir aquellos casos donde el rediseño es justificado y recomendable
- de aquellos casos donde no lo es. Es por esto que para aquellos cambios de diseño cuyo objetivo es evitar fallas, suele ser más conveniente evaluar previamente si existe alguna otra forma de manejar las fallas sin necesidad de recurrir al cambio de diseño. Debe también tenerse en cuenta que los cambios de diseño suelen llevar tiempo y ser costosos, y que no siempre se sabe con certeza si los mismos serán eficaces en aliviar las consecuencias de las fallas. A su vez, en muchos casos los rediseños introducen otras falla cuyas consecuencias también deben ser evaluadas. Es por todo esto que generalmente el rediseño debe ser seleccionado como última opción.



Conceptos del RCM

Patrones de falla en función del tiempo

¿Cuál es la relación entre la probabilidad de falla y el tiempo? Tradicionalmente se pensaba que la relación era bien simple: a medida que el equipo es más viejo, es más probable que falle. Sin embargo, estudios realizados en distintos industrias muestran que la relación entre la probabilidad de falla y el tiempo u horas de operación es mucho más compleja. No existen uno o dos patrones de falla, sino que existen 6 patrones de falla distintos,



Patrón A, donde la falla tiene alta probabilidad de ocurrir al poco tiempo de su puesta en servicio (mortalidad infantil), y al superar una vida útil identificable.

Patrón B, o "curva de desgaste".

Patrón C, donde se ve un continuo incremento en la probabilidad condicional de la falla.

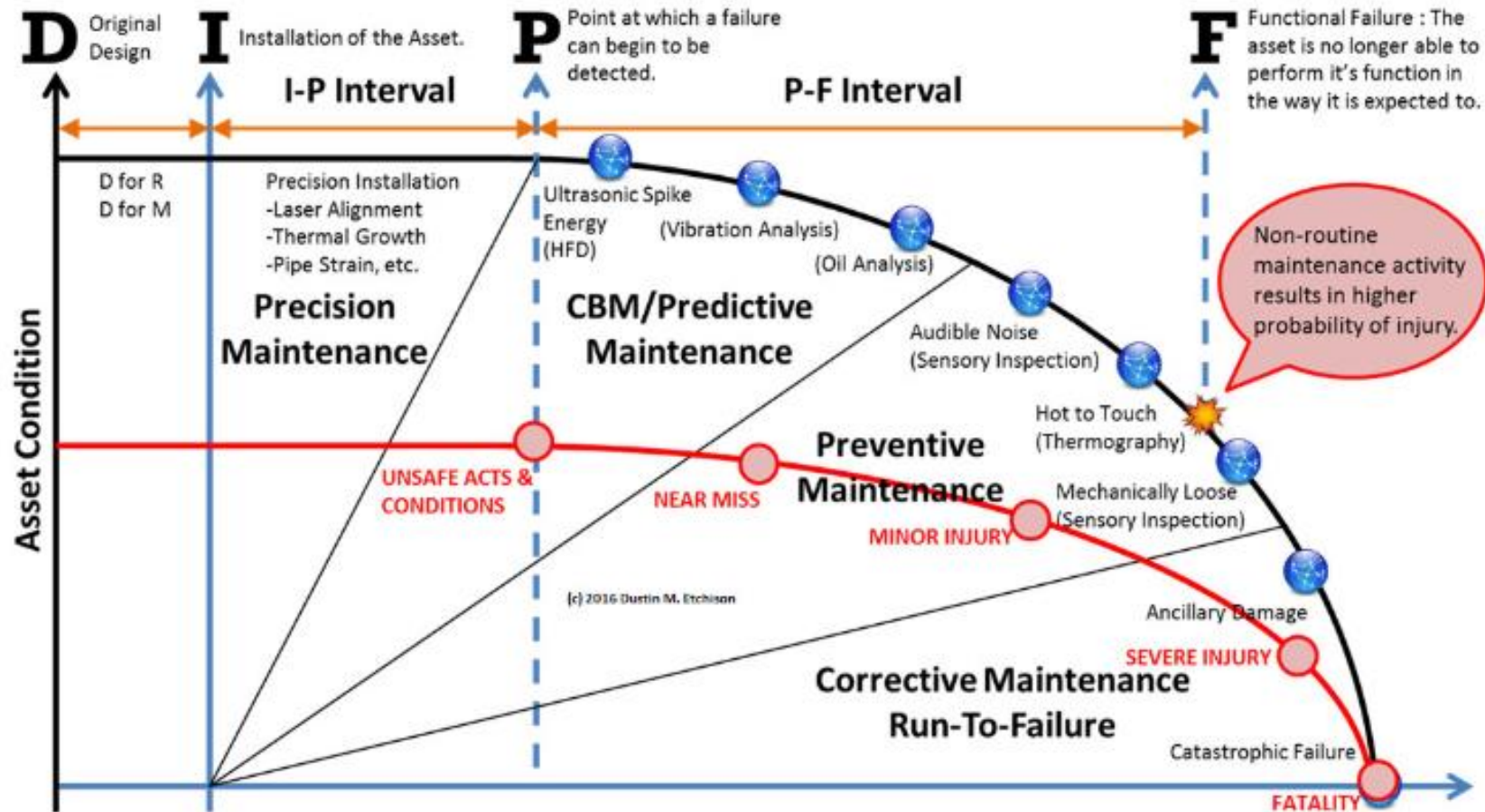
Patrón D, donde superada una etapa inicial de aumento de la probabilidad de falla el elemento entra en una zona de probabilidad condicional de falla constante.

Patrón E, o patrón de falla aleatorio.

Patrón F, con una alta probabilidad de falla cuando el equipo es nuevo seguido de una probabilidad condicional de falla constante y aleatoria.



ANÁLISIS DE CURVA P - F







Beneficios del RCM

La implementación del RCM debe llevar a:

- ✓ Equipos más seguros y confiables.
- ✓ Reducciones de costos (directos e indirectos).
- ✓ Mejora en la calidad del producto.
- ✓ Mayor cumplimiento de las normas de seguridad y medio ambiente.

El RCM también está asociado a beneficios humanos, como mejora en la relación entre distintas áreas de la empresa, fundamentalmente un mejor entendimiento entre mantenimiento y operaciones.



CONCLUSIONES

- El RCM es un proceso de mejoramiento del mantenimiento que busca determinar la actividad de mantenimiento mas adecuada y para esto es necesario conocer el objetivo de cada metodología y justificar su aplicación.
- Para el análisis RCM se debe conocer el contexto operacional, definir la función del equipo y se debe generar información detallada de todas las fallas que han sucedido y que posiblemente puedan suceder y no hayan sido consideradas con la finalidad de lograr un análisis mas completo.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. RCM - Mantenimiento Centrado en Confiabilidad
RCM Scorecard Overview (www.rcm-confiabilidad.com.ar)
2. The Impact of Equipment Reliability on Human Safety.
<https://www.linkedin.com/pulse/impact-equipment-reliability-human-safety-dustin-m-etchison-cmrp>
3. MOUBRAY John, "Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad II", Industrial Press Inc., 2° Ed, 1997.



ucontinental.edu.pe